



محاسبات سرانگشتی و سریع ساختمان (۲) (ویژه مهندسان عمران و معماری)

- ◀ بر اساس آخرین ویرایش نشریات، آیین‌نامه‌ها و مقررات ملی ساختمان
- ◀ شامل بیش از ۲۰۰ جدول محاسبه سریع مصالح ساختمانی
- ◀ جداول محاسبه سریع تاسیسات مربوط به ساختمان
- ◀ جداول محاسبه سریع کلیه تخلفات ساختمانی
- ◀ همراه با جداول سریع محاسبات معماری

مؤلف: مهندس احمد پالیزوان
یا به یک نظام مهندسی

انتشارات نوآور

ناشر تخصصی کتاب‌های
نظام مهندسی و عمران



تلفن:

۶۶۴۸

سرشناسه: پالیزوان، احمد، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور: محاسبات سرانگشتی و سریع ساختمان (۲) (ویژه مهندسان عمران و معماری) / مؤلف: احمد پالیزوان
مشخصات نشر: نوآور، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: ۲۴۰ ص.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۷۱-۸-۱
وضعیت فهرست نویسی: فیبای مختصر
یادداشت: این مدرک در آدرس <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.
شماره کتابشناسی ملی: ۵۴۳۲۶۴۱

محاسبات سرانگشتی و سریع ساختمان (۲) (ویژه مهندسان عمران و معماری)

مؤلف: مهندس احمد پالیزوان

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۷

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۷۱-۸-۱

قیمت: ۱۸۰۰۰ تومان

انتشارات نوآور

ناشر تخصصی کتابهای
نظام مهندسی و عمران



ثبت سفارش از طریق سایت و تماس

۶۶۴۸۴۱۹۰-۲
<http://noavarpub.com>

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر وازی، خیابان شهدای ژاندارمری، نورسیده به خیابان دانشگاه، بلاک ۵۸، ساختمان ایرانیان، طبقه ۲، واحد ۶

خواننده فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد. با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آنها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آنها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

فصل اول: روش سرانگشتی و سریع ترسیم نقشه‌های سازه

۷	وجود یا عدم وجود درز انقطاع
۸	محاسبه سرانگشتی درز انقطاع ساختمان‌های مسکونی تا هشت طبقه
۹	انتخاب نوع سیستم سازه‌ای
۱۰	نحوه ستون‌گذاری و جانمایی ستون‌ها
۱۱	انتخاب محل‌های مناسب جهت قرارگیری بادبندها
۳۱	محاسبه سرانگشتی تعداد دهانه‌های مهاربندی برای مهاربند ضربدری
۱۴	محاسبه سرانگشتی تعداد دهانه‌های مهاربندی برای مهاربندهای باز <i>EBF</i>
۱۴	نکات سرانگشتی مهم در ارتباط با مهاربندهای باز <i>EBF</i>
۱۵	انتخاب مکان مناسب جهت قرارگیری دیوارهای برشی
۱۶	نحوه محاسبه طول مورد نیاز دیوار برشی در ساختمان
۱۸	نکات سرانگشتی و سریع تیربندی
۱۹	تعیین جهت تیربندی در سازه

فصل دوم: نکات سرانگشتی مهم در طراحی سازه‌ها

۲۱	نکات سرانگشتی مهم در طراحی سازه‌های بتنی
۲۴	نکات سرانگشتی مهم در طراحی سازه‌های فولادی
۲۶	اندازه‌های مهم سرانگشتی در ساختمان

فصل سوم: نکات سرانگشتی مهم در ترسیم نقشه‌های معماری

۲۹	ضوابط طراحی ساختمان‌ها در برابر آتش سوزی
۲۹	چند نکته سرانگشتی مهم در طراحی ساختمان‌ها
۳۰	ضوابط تامین پارکینگ
۳۱	ضوابط سرانگشتی در طراحی رامپ پارکینگ
۳۱	موارد مهم و سرانگشتی حذف پارکینگ
۳۱	محاسبه سرانگشتی سطح اشغال برای ساختمان‌ها
۳۲	نحوه اجرای قانون ۲ متر و پنج ۴۵ درجه
۳۲	نحوه دسترسی‌ها
۳۲	ضوابط سرانگشتی حداکثر ارتفاع ساختمان
۳۳	ضوابط مربوط به دید و اشراف
۳۳	مقدار سرانگشتی تامین پارکینگ برای فضاهای مختلف
۳۴	ضوابط سرانگشتی طراحی پله و آسانسور
۳۴	نکات سرانگشتی در طراحی معماری مجتمع‌های آپارتمانی
۳۴	ضوابط سرانگشتی مربوط به پخ‌های اجرایی در لبه معابر
۳۵	ضوابط سرانگشتی نورگیری
۳۶	تعریف تخلف ساختمانی
۳۶	معرفی سرانگشتی انواع تخلفات ساختمانی
۳۶	انواع تخلفات ساختمانی در نواحی شهری

فصل چهارم: بررسی سرانگشتی تخلفات ساختمانی و نحوه محاسبه سرانگشتی تخلفات

۳۸	نحوه سرانگشتی رسیدگی به انواع تخلفات مهم ساختمانی
----	---

فصل پنجم: جداول و محاسبات سرانگشتی و سریع مصالح ساختمانی

۴۲	جداول و محاسبات سرانگشتی و سریع مصالح ساختمانی
----	--

فصل ششم: جداول و محاسبات سرانگشتی و سریع محاسبات سازه‌ای

۱۱۹	جداول محاسبه سرانگشتی نوع فونداسیون در ساختمان‌های فولادی با توجه به نوع خاک
۱۲۰	جداول محاسبه سرانگشتی نوع فونداسیون بتنی با توجه به نوع خاک
۱۲۱	جداول محاسبه سرانگشتی مقدار ضریب زلزله (C) طبق ویرایش چهارم آیین‌نامه ۲۸۰۰ مقررات ملی ساختمان ایران
۱۸۳	نکات سرانگشتی و سریع در اجرای سقف کرومیت

فصل هفتم: جداول و محاسبات سرانگشتی و سریع دتایل‌ها و جزئیات سازه‌ها

۱۸۸	جداول و محاسبات سرانگشتی و سریع دتایل‌ها و جزئیات سازه‌ها
-----	---

فصل هشتم: بررسی سرانگشتی و سریع به مسائل و مشکلات طراحی و نظارت و مقاوم‌سازی ...

۲۱۰	بررسی سرانگشتی و سریع به مسائل و مشکلات طراحی و نظارت و مقاوم‌سازی در اجزاء مربوط به ساختمان و مزیایا
-----	---

فصل نهم: پیوست‌ها و جداول مهم سرانگشتی در ساختمان

۲۲۲	پیوست‌ها و جداول مهم سرانگشتی در ساختمان
۲۴۰	فهرست منابع و مآخذ

مقدمه

حمد و سپاس شایسته ذات پاک پروردگار یگانه است
عرض سلام وادب واحترام خدمت همه بزرگواران عرصه ساخت و ساز
کشور، دانشجویان عزیز، اساتید فرهیخته دانشگاه پیمانکاران و مجریان گرانقدر
و همه علاقمندان و دست‌اندرکاران این حوزه مهم در کشور عزیزم ایران دارم، با
توجه به بازخوردها و لطف دوستان گرامی و تشویق حاصل از نوشتن مجموعه محاسبات
سرانگشتی جلد اول، تصمیم بر آن گرفتم که مجموعه شماره دوم از این مبحث را با توجه
به تجارب حاصله از نوشتار جلد اول و همچنین توصیه‌های اساتید فن و بزرگان این رشته
و با عنایت به این موضوع مهم که محاسبات سرانگشتی و سریع اولیه برای هر مهندسی
در هر سطحی به عنوان یک پاسخگو به جامعه خود در زمینه ساخت و ساز از اهمیت
ویژه‌ای برخوردار است و به تبع در جامعه امروز دو عنصر زمان و پیش‌بینی از اهمیت
خاصی برخوردار می‌باشد و لذا زیننده و شایسته نیست که یک مهندس تحصیل کرده
دانشگاهی در پاسخ به ارباب رجوع خود درباره پیش‌بینی مصالح ساخت و نوع و شماره
تیرآهن و ستون سازه‌اش استناد به چند روز آینده و بعد از استفاده از نرم‌افزارهای عمرانی
را بنماید و به تبع کل دانش فنی خود را منوط به استفاده از نرم افزارهای متنوع در بازار
کند و خودش تهی از اطلاعات و پیش‌بینی‌های اولیه در مورد دانش ساختمان باشد،
البته بر کسی پوشیده نیست که استفاده از نرم افزار یک تمام‌کننده و آلترناتیو نهایی برای
محاسبات می‌باشد و این مجموعه فقط به عنوان یک تخمین سریع و پیش‌بینی کننده با
زمان و حجم کم می باشد و مجددا همانطور که در مجموعه محاسبات سرانگشتی جلد
اول متذکر شدم، بار دیگر در آغاز این مجموعه نیز به دوستان گرامی یادآوری می‌کنم
(که مجموعه تهیه شده فوق فقط جهت تخمین اولیه و پیش‌بینی سازنده نسبت به
عناصر و مصالح ساختمانی می‌باشد و به هیچ وجه به عنوان محاسبات کاملا دقیق به
جای نرم افزارها و کتاب‌های پایه درسی نباید به این مجموعه استناد نمود)) و در نهایت
برخود لازم می‌بینم از زحمات بی‌دریغ همسر گرامیم که در تهیه این مجموعه مرا یاری
نموده است صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

با سپاس و عرض ارادت

مهندس احمد پالیزوان

Info@novarpub.com

تلفن: ۲-۶۶۴۸۲۱۹۱

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب

مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، افست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤزَعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از توضیح حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول: روش سرانگشتی و سریع ترسیم نقشه‌های سازه

◆ نگاه کلی به نقشه‌های معماری و بررسی این نقشه‌ها با دید سازه‌ای:

اولین مرحله در طراحی یک سازه فولادی یا بتنی دید پیدا کردن نسبت به نقشه‌های معماری است. قبل از شروع به انجام هر کاری باید یک دور به طور کامل نقشه معماری توسط مهندس سازه مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. به ویژه باید موارد زیر را حتماً باید در نقشه‌های معماری مورد توجه قرار دهیم:

- ۱- کاربری‌های بخش‌های مختلف سازه
- ۲- موقعیت داکت‌ها، راه پله، آسانسور، نورگیر و موارد مشابه دیگر
- ۳- آیا ساختمان در طبقات مختلف خود دارای اختلاف تراز می‌باشد یا خیر؟
- ۴- در کدام قسمت‌های سقف محدودیت ارتفاع برای اجزای سازه‌ای وجود دارد؟ (برای بررسی این موضوع شاید مجبور باشیم به طور مستقیم با مهندس معمار مشورت نمائیم)
- ۵- آیا در طبقات مختلف سقف نسبت به طبقه مجاور دارای عقب‌نشینی می‌باشد یا خیر؟
- ۶- وضعیت در و پنجره و دیوارها به ویژه در محیط سازه باید بررسی شود و براساس آن بررسی گردد که در کدام قسمت از سازه می‌توان بادبند قرار داد یا خیر و آیا شکل بادبندها متاثر از موقعیت در و پنجره خواهد بود یا خیر؟ به طور مثال اگر می‌توانیم در قسمتی بادبند قرار دهیم آیا شکل بادبند می‌تواند ضریبی باشد و یا به طور مثال به دلیل موقعیت در و پنجره باید از شکل‌های خاص بادبند مثل ۸ یا ۷ یا بادبندهای نوع واگرا استفاده کنیم.
- ۷- در صورت وجود رمپ پارکینگ موقعیت آن باید به صورت دقیق بررسی گردد.
- ۸- پارکینگ‌ها و مسیرهای ورود و خروج ماشین‌ها به پارکینگ باید بررسی کامل شوند.
- ۹- موقعیت ساختمان‌های مجاور و همچنین مسیرهای مجاور (کوچه یا خیابان) باید بررسی و شناسایی شود.
- ۱۰- توجه ویژه به کنسول‌ها و بالکن‌ها و تراس‌ها

بعد از دید پیدا کردن نسبت به نقشه معماری وارد مرحله بعدی یعنی: انتخاب کلیات سازه می‌شویم.

در این مرحله باید نسبت به مواردی نظیر انتخاب سیستم سازه‌ای، داشتن یا نداشتن درز انقطاع در سازه، نوع سیستم سقف سازه و ... تصمیم‌گیری شود.

وجود یا عدم وجود درز انقطاع

در این مورد در آئین نامه‌های ما به روشنی سخن گفته نشده است. در مبحث نهم بند ۹-۹-۷-۳ اشاره شده است که اگر نسبت طول به عرض ساختمانی از عدد سه بیشتر باشد لازم است که درز انقطاع ایجاد شود. این ضابطه مربوط به سازه‌های بتنی است که در سازه‌های فولادی نیز لازم‌الاجرا می‌باشد. به عنوان یک پیشنهاد بر اساس قضاوت مهندسی توصیه می‌شود که سعی شود که سازه با درز انقطاع به قسمت‌هایی با ابعادی کمتر از حدود ۳۰ تا ۳۵ متر تقسیم شود. به هر حال ایجاد درز انقطاع خود باعث ایجاد در سازه‌هایی می‌شود که نمی‌شود آن را به

عنوان یک اولویت در نقشه در نظر گرفت. مثلاً باعث می‌شود که تعداد ستونها افزوده شود و همچنین چون معمولاً درز انقطاع در پی و صفحه ستون ادامه پیدا نمی‌کند ابهامی در طراحی پی تحت اثر هم زمان نیروهای زلزله در بخش‌های مختلف سازه به وجود می‌آید.

اگر لازم است که درز انقطاع ایجاد شود بهتر است که به گونه‌ای درز ایجاد شود که کل ساختمان به چند سازه نسبتاً منظم تبدیل شود.

محل درز انقطاع در سازه‌هایی که دارای اختلاف سطح در طبقات است بهتر است در همان محل اختلاف سطح باشد. مقدار درز انقطاع هم جز در مورد سازه‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد (مثل مدارس و بیمارستان‌ها) یک درصد ارتفاع سازه در هر تراز می‌باشد.

نکته: درز انقطاع از لبه هر یک از دو سازه در نظر گرفته می‌شود و نه از آکس ستون‌های آن‌ها ترجیحاً بهتر است که درز انقطاع را به گونه‌ای در نظر بگیریم که از داخل سرویس‌های بهداشتی (به دلیل نیاز به عایق کاری و این که عبور درز از این نقاط در عایق کاری ایجاد خلل می‌کند) عبور ندهیم. همچنین محل درز انقطاع به گونه‌ای باشد که عناصر غیر سازه‌ای را قطع ننماید. به طور مثال از وسط یک دیوار عبور ننماید. (محل درز انقطاع باید با عناصر انعطاف پذیر پر گردد و وجود قسمتهایی که به طور مشترک در دوجز از سازه وجود دارند باعث خلل در این عملکرد می‌شود).

در مورد سازه‌هایی با اهمیت زیاد و خیلی زیاد و سازه‌های هشت طبقه و بالاتر باید کنترل شود که مقدار درز انقطاع از R برابر تغییر شکل ماکسیمم طبقه تحت زلزله کمتر نباشد.

چون مقدار درز انقطاع قبل از طراحی وابسته به مقادیر مجهولی چون ابعاد ستونها می‌باشد لذا باید این موارد را با قضاوت مهندسی حدس زد و پس از طراحی در صورت نیاز آن را اصلاح نمود. به طور مثال برای ساختمان‌های کوتاه ۶ الی ۷ طبقه برای ستون‌های غیر متصل به بادبند ابعادی در حدود 20×20 و برای ستون‌های متصل به بادبند ابعاد حدودی 30×30 قابل حدس و پیش بینی می‌باشد که بر این اساس درز انقطاع را باید از لبه این ابعاد لحاظ نمود.

محاسبه سر انگشتی درز انقطاع ساختمان‌های مسکونی تا هشت طبقه

نوع ملک	درز انقطاع سمت چپ	درز انقطاع سمت راست	کل درز انقطاع
یک طبقه مسکونی	۱/۵ سانتیمتر	۱/۵ سانتیمتر	۳ سانت
یک طبقه + پیلوت	۲/۸	۲/۸	۵/۶
یک طبقه + تجاری	۴	۴	۸
دو طبقه مسکونی	۳/۲	۳/۲	۶/۴
دو طبقه + پیلوت	۴/۴	۴/۴	۸/۸
دو طبقه + تجاری	۵/۵	۵/۵	۱۱
سه طبقه مسکونی	۴/۸	۴/۸	۹/۶
سه طبقه + پیلوت	۶	۶	۱۲
سه طبقه + تجاری	۷	۷	۱۴
چهار طبقه مسکونی	۶/۴	۶/۴	۱۲/۸
چهار طبقه + پیلوت	۷/۶	۷/۶	۱۵/۲
چهار طبقه + تجاری	۹	۹	۱۸
پنج طبقه مسکونی	۸	۸	۱۶



نوع ملک	درز انقطاع سمت چپ	درز انقطاع سمت راست	کل درز انقطاع
پنج طبقه + پیلوت	۹/۲	۹/۲	۱۸/۴
پنج طبقه + تجاری	۱۰/۵	۱۰/۵	۲۱
شش طبقه مسکونی	۹/۶	۹/۶	۱۹/۲
شش طبقه + پیلوت	۱۰/۸	۱۰/۸	۲۱/۶
شش طبقه + تجاری	۱۲	۱۲	۲۴
هفت طبقه مسکونی	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
هفت طبقه + پیلوت	۱۲/۴	۱۲/۴	۲۴/۸
هفت طبقه + تجاری	۱۳/۵	۱۳/۵	۲۷

انتخاب نوع سیستم سازه‌ای

♦ انتخاب نوع سیستم سازه‌ای هم مرحله مهمی تلقی می‌گردد. بنابر این در انتخاب سیستم سازه‌ای باید به نکات زیر توجه نمود:

۱- برای سازه باید دو جهت اصلی متعامد یا تقریباً متعامد در نظر گرفت و در هریک از دو راستا یک سیستم سازه‌ای که در جدول ۶-۷-۶ مبحث ششم بیان شده است را انتخاب نمود.

۲- سیستم سازه‌ای انتخاب شده برای هریک از دو جهت می‌تواند مستقل از هم باشد و به بیان دیگر هر دو سیستم می‌تواند یکسان و یا متفاوت باشند.

۳- در انتخاب سیستم سازه‌ای باید محدودیت‌های مبحث ششم را نیز در نظر گرفت. به طور مثال: هر سیستم سازه‌ای برای سازه‌هایی با حد اکثر ارتفاع مشخص قابل استفاده است. این ارتفاع در جدول ۶-۷-۶ مبحث ششم در ستونی تحت عنوان H_m بیان شده است.

غیر از آن باید به محدودیت‌های ذکر شده در زیر این جدول تحت شماره‌های ۳ و ۴ به ترتیب جهت سیستم‌های سازه‌ای قاب خمشی فولادی یا بتنی معمولی (شماره ۳) و قاب خمشی فولادی معمولی (شماره ۴) دقت نمود. همچنین باید به محدودیت‌های ذکر شده در بند ۶-۷۳-۱ مبحث ششم هم دقت کرد.

مثلاً براین اساس سازه‌های بالای ۱۵ طبقه نمی‌توانند با قاب مفصلی فولادی طراحی شوند و یا برای ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد (مثل بیمارستان‌ها) در مناطق با خطر زلزله خیلی زیاد (مثل تهران، تبریز، بروجرد) فقط می‌توان از سیستم‌های سازه‌ای ویژه استفاده کرد.

نکته: درجه اهمیت سازه بر اساس بند ۶-۷-۱-۷ مبحث ششم قابل تعیین است.

۴- در انتخاب سیستم سازه‌ای باید توجه نمود که نمی‌شود در یک جهت و یک طبقه دو سیستم سازه‌ای متفاوت را به کار برد. مگر در سیستم‌هایی که به عنوان دوگانه یا ترکیبی در جدول ۶-۷-۶ از آنها نام برده شده است. بر این اساس به طور مثال استفاده از سیستم سازه‌ای با مهاربندهای هم محور و برون محور در یک جهت و یک طبقه مجاز نیست. اما برای دو جهت متعامد منع قانونی ندارد.

۵- استفاده از چند سیستم سازه‌ای در ارتفاع ساختمان و یک جهت منع آیین‌نامه‌ای ندارد و بر اساس ضوابط بند ۶-۷-۲-۸-۳ امکان‌پذیر است. اما توصیه اکید می‌گردد که از این گونه ترکیبات سازه‌ای اجتناب نماییم.

۶- در انتخاب سیستم سازه‌ای غیر از محدودیت‌های آیین‌نامه‌ای باید محدودیت‌های اجرایی را هم در نظر داشته باشیم. به طور مثال سیستم‌های ویژه دارای محدودیت‌های خاصی هستند که انتخاب اجرای آنها را بعضاً به ویژه برای پروژه‌های کوچک شخصی‌ساز غیر ممکن می‌کند. در سازه‌های فولادی اگر از سیستم قاب خمشی استفاده می‌کنیم باید توجه کنیم که اتصالات تیر به ستون در این قاب‌ها باید با جوش نفوذی انجام

شود که انجام آن نیاز به جوشکاران ماهر دارد.

همچنین باید توجه کنیم که در سیستم‌های قاب خمشی ابعاد تیرها و ستون‌ها عمدتاً نسبت به سیستم‌های قاب ساده و مهار بند بزرگتر خواهد شد. همچنین در بعضی اوقات نیاز به اجرای تیر ورق برای تیر و ستون خواهد بود که به علت محدودیت‌های آیین‌نامه‌ای در ساخت آنها باید جوش سراسری اجرا شود.

۷- غیر از موارد فوق باید به محدودیت‌های معماری نیز توجه گردد. اگر از سیستم مهاربندی شده استفاده می‌کنیم، باید دقت کنیم که آیا پلان معماری اجازه قرارگیری بادبندهای مناسب به تعداد کافی را می‌دهد یا خیر؟
نکته: باید توجه نمود که تعداد کم دهانه‌های بادبندی ممکن است به ستون‌ها و صفحه ستون‌هایی با ابعاد غیر اجرایی منجر گردد. و شاید ناگزیر باشیم زیر این ستون‌ها از شمع‌های بتنی و یا پی‌های بزرگ استفاده کنیم.

نکته: اگر از سیستم قاب خمشی فولادی استفاده می‌کنیم باید دقت نمود که احتمالاً به ویژه در طبقات پایین به تیرهایی با ارتفاع زیاد نیازمندیم که این مساله ممکن است باعث افزایش ضخامت سقف گردد.

نکته: در مورد سازه‌های بتنی معمولاً مشکل انتخاب سیستم سازه‌ای کمتر است.

برای این سازه‌ها در پروژه‌هایی که درجه اهمیت آن بالا نیست (مثل ساختمانهای کوتاه مسکونی) می‌شود از قاب‌های خمشی بتنی متوسط یا بدون دیوار برشی استفاده نمود.

نکته: تصمیم به استفاده یا عدم استفاده از دیوار برشی بستگی به محدودیت‌های معماری و تعداد طبقات دارد. به طوری که در ساختمان‌های با ارتفاع بیشتر عدم استفاده از دیوار برشی بعضاً باعث به دست آمدن ستون‌های بزرگ می‌شود که از لحاظ معماری مشکل ساز می‌شود. اما در سازه‌های کوتاه حتی بدون استفاده از دیوار برشی هم می‌شود به ستون‌های با ابعاد معقول دست یافت.

۸- باید توجه داشت که فرایند انتخاب سیستم سازه‌ای ممکن است به یک فرایند سعی و خطا هم تبدیل شود و در برخی موارد برای یک پروژه (به ویژه در پروژه‌های بزرگ) مجبور به امتحان کردن چند سیستم سازه‌ای تا رسیدن به سیستم مطلوب باشیم.

۹- اگر سازه شما با درز انقطاع به چند سازه مجزا تبدیل شده است باید که برای هر سازه به طور جداگانه و مستقل سیستم سازه‌ای انتخاب نمایید. هر چند که بهتر است جهت ساده‌سازی طراحی و اجرا بخش‌های مختلف سازه، از یک یا حداکثر دو سیستم سازه‌ای طراحی شوند.

نحوه ستون‌گذاری و جانمایی ستون‌ها

ستون‌گذاری هم یکی از مراحل مهمی است که باید در همان اولین مراحل انجام گیرد. معمولاً در نقشه‌های معماری و توسط مهندسين معمار ستون‌گذاری و حتی جانمایی بادبندها انجام می‌شود. ولی باید توجه نمایید که این مساله به معنی این نیست که نظر مهندس معمار نظر نهائی و غیر قابل تغییر است. مهندسین معمار با دید معماری و تخصصی خود به این مساله نگاه می‌کنند و در برخی موارد در بادبند گذاری انتخاب‌هایی می‌کنند که با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران در تناقض است.

♦ به طور خلاصه در مورد مبحث ستون‌گذاری باید به نکات زیر توجه نمود:

۱- تعداد محورها حداقل مکان به حداقل برسد. البته باید در نظر داشت که این یک قانون نیست و در برخی موارد در فاصله‌ای کوچک مجبور به تعریف چندین محور با فاصله‌های نزدیک به هم هستیم.

نکته: هر چند ممانعتی برای تعریف محورهای مورب نداریم اما بهتر است در پروژه‌های عادی محورها را عمود بر هم و در دو جهت اصلی سازه تعریف کنیم و از تعریف محورهای مورب که بعداً هنگام مدل‌سازی نرم‌افزار ETABS به خصوص برای افراد مبتدی ایجاد مشکل می‌کند خودداری کنیم. هر چند که این کار ممکن است تعداد محورها را به میزان قابل توجهی افزایش دهد.

۲- فاصله ستون‌ها از یکدیگر مقداری معقول باشند

نکته: فاصله کم بین ستون‌ها باعث افزایش تعداد ستون‌ها و سنگین شدن سازه و ایجاد مزاحمت ستون‌ها برای کاربری‌های معماری و فاصله زیاد ستون‌ها از هم باعث بالا رفتن سازه‌ها و پل‌ها می‌گردد. به عنوان یک پیشنهاد و تجربه و در حالتی که محدودیت خاصی وجود ندارد فاصله بین ستون‌ها از یکدیگر را عددی بین ۴ تا ۶ متر در نظر بگیرید.

۳- از ستون گذاری در وسط فضاهای معماری و پارکینگ‌ها خودداری کنید مگر اینکه برای این موضوع با مهندس معمار مشورت شود و تاییدیه این مساله گرفته شود.

نکته: ستون‌ها بهتر است در داخل دیوارها و ترجیحاً در محل تقاطع آنها با هم باشند که بعد از اجرا داخل دیوارها پنهان شوند و از طرف دیگر دیوارها نیز به این ستون‌ها مهار شوند.

۴- توصیه ضروری می‌گردد که از جابه جایی ستون‌ها در پلان‌های طبقات خودداری شود. هر چند این مساله منع آیین‌نامه‌ای ندارد اما به هر جهت تا حد امکان باید از آن اجتناب نماییم. جا به جایی ستون در پلان باعث می‌شود که مجبور به قرار دادن ستون بر روی پل شویم که این کار باعث ایجاد یک بار متمرکز روی پل گردیده و باعث بالا رفتن شدید نمره پل می‌گردد.

۵- ستون‌ها را به گونه‌ای قرار دهید که حداقل از دو جهت بتوان به آنها تیر متصل کرد و آنها را مهار کرد. به همین خاطر از قرار دادن ستون‌های کناری در مجاورت نورگیرها و داکت‌هایی که نمی‌توان از داخل آن تیر عبور داد خودداری نمایید.

۶- ستون‌ها را در محدوده طبقات اجرا نمایید و از قرار دادن ستون در حیاط یا محدوده کوچه خودداری نمایید.
۷- سعی کنید در ۴ گوشه راه پله ۴ ستون قرار دهید

نکته: در صورت وجود آسانسور ممکن است حداقل دو ستون دیگر هم به این ۴ ستون اضافه گردد. به هر حال ستون‌های پیرامون راه پله و آسانسور به گونه‌ای باید در نظر گرفته شوند که در طبقه خرپشته، ستون‌ها در خارج محدوده خرپشته اجرا نگردند و این ستون‌ها به همراه تیرهای متصل به آنها حالت نمایان پیدا نکنند.

۸- در صورت وجود عقب نشینی در طبقات بالاتر ترجیحاً باید ستون‌ها در این محدوده را به گونه‌ای اجرا کنیم که ستون‌ها در این منطقه در صورت عدم قطع حالت نمایان پیدا نکنند و یا اینکه اگر قرار است بخشی از ستون‌های کناری حذف شوند و قسمت عقب رفته با اجرای کنسول از ستون‌های مجاور داخلی اجرا شوند مقدار این کنسول زیاد نباشد.

نکته: مقدار مجاز کنسول عددی بین یک تا نهایتاً دو متر می‌باشد.

۹- اگر قرار است که بخش‌هایی از سازه به صورت طره اجرا گردند، ستون‌ها به گونه‌ای قرار داده شوند که تیر طره به ستون متصل شود و ترجیحاً از لحاظ معماری مشکلی از نظر اجرای دستک نباشد.

نکته: از اجرای تیر طره به پل اصلی که این موضوع باعث ایجاد پدیده پیچش در پل اصلی می‌گردد جدا خودداری نمایید.
۱۰- مجدداً مساله رعایت درز انقطاع به میزان یک درصد ارتفاع را در این بند متذکر می‌گردم زیرا مساله مهمی است که در امر ستون گذاری در لبه‌های ساختمان که مجاور ساختمان است باید حتماً به آن توجه نمود. البته معمولاً مهندسان معمار به این مساله در ستون گذاری دقت می‌کنند ولی در صورت عدم رعایت این مساله توسط مهندس معمار، حتماً باید در ستون گذاری اصلاح لازم توسط مهندس سازه صورت گیرد.

انتخاب محل‌های مناسب جهت قرارگیری بادبندها

این مساله فقط برای حالتی است که حداقل در یکی از دو جهت اصلی از سیستم مهار بندی شده استفاده کرده باشیم و در صورت این که سازه ما فاقد مهاربند باشد این نکات قابل استفاده نیست.

♦ بنا بر این در انتخاب محل‌های مناسب برای بادبندها می‌توان به صورت خلاصه به نکات زیر اشاره نمود:
۱- حتی الامکان به گونه‌ای بادبند گذاری کنیم که متقارن باشد و فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی اندک باشد.

۲- دهانه‌های بزرگتر نسبت به دهانه‌های کوچکتر جهت قرارگیری بادبند در اولویت هستند. این مساله به خاطر کنترل نیروی محوری منتقل شده به ستون‌های متصل به بادبند و همچنین کاهش آب لیفت در صفحه ستون و پی است.

۳- در یک قاب خاص ترجیحاً در دهانه‌های متوالی بادبند گذاری نمایید. این مساله نسبت به بادبند گذاری در دودخانه غیر مجاور در یک قاب در اولویت است

نکته: بادبند گذاری در دهانه‌های مجاور باعث کاهش سازه ستون وسط بین دو دهانه می‌شود. در حالی که اگر دو دهانه غیر مجاور بادبند گذاری شوند، ستون متصل به بادبند خواهیم داشت که هر ۴ ستون به همراه صفحه ستون و پی زیر آنها دارای سازه بالایی خواهند بود.

۴- جهت اقتصادی شدن طرح بهتر است در طبقات بالا از تعداد دهانه‌های کمتر جهت بادبند گذاری استفاده نموده و در طبقات پایین این تعداد دهانه‌ها را به تدریج اضافه کرد. حتی بهتر است بدون جابه‌جایی صفحه بادبند، دهانه بادبندی شده را جابه‌جا کرد و به دهانه مجاور در طبقه پایین منتقل نمود.

۵- تعداد کل دهانه‌های بادبندی باید که با یک فرایند سعی و خطا به گونه‌ای به دست آید که از لحاظ اقتصادی سازه بهینه گردد و البته از نظر اجرایی هم قابلیت اجرا داشته باشد. اما به هر حال توصیه می‌شود که در هر جهت حداقل دو دهانه به صورت متقارن وجود داشته باشد.

۶- باید توجه کرد که به عنوان بادبند هم محور، تنها از انواع بادبندهای قطری، ضربدری، ۷، ۸ (موسوم به شورون) مجاز به استفاده هستیم

نکته: به خاطر ضوابط سختگیرانه مبحث دهم در مورد بادبندهای ۷ و ۸ پیشنهاد می‌گردد که تا جایی که ممکن است از این بادبندها نیز کمتر استفاده گردد. و استفاده از بادبندهای ضربدری و قطری (به خصوص ضربدری) دارای اولویت می‌باشند.

توجه: بادبندهایی به شکل خاص مثل بادبند Y شکل (موسوم به پرده‌ای) مورد قبول مبحث دهم نمی‌باشد. در صورت استفاده از بادبند قطری بهتر است در هر قاب در هر طبقه حداقل دو بادبند قطری استفاده شود و جهت استقرار آنها مخالف یکدیگر انتخاب شود، به طوری که برخی از آنها تحت کشش و همزمان برخی دیگر فشاری باشند. برای بادبندها با حد شکل پذیری ویژه این مساله حالت اجبار دارد. در این حالت این نحوه استقرار باید به گونه‌ای باشد که در هر قاب سهیم نیروی زلزله‌ای که به آن قاب می‌رسد حداقل ۳۰ و حداکثر ۷۰ درصد بین بادبندهای کششی و فشاری تقسیم شود.

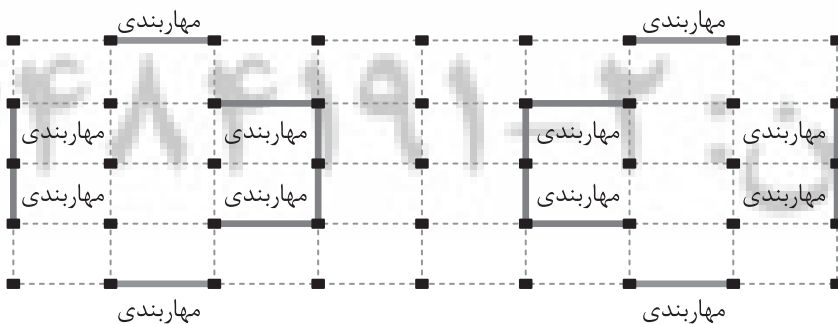
۷- در مورد بادبندهای واگرا باید از اشکال مجاز معرفی شده در بخش ۱۰-۳ مبحث دهم استفاده نمود. طول قطعه رابط در این بادبندها در حدود ۲۰ درصد دهانه توصیه شده است.

نکته مهم: کافی بودن تعداد مهاربندی‌ها و متقارن بودن آنها به تنهایی نمی‌تواند برای ایستایی سازه کافی باشد. مساله بعدی مهم محل قرارگیری دهانه‌های مهاربندی است. مهاربندی به صورت خطی، در دیوارهای اطراف و یا داخلی، و یا به صورت هسته مرکزی در اطراف راه پله و یا آسانسور به شکل L, U و یا \square در نظر گرفته می‌شود. حتی با وجود صلبیت سقف، باید که مهاربندی‌ها در کل پلان گسترده و پخش گردد. تمرکز بیش از حد مهاربندی‌ها در هسته مرکزی در ساختمان‌های باریک و دراز بدون در نظر گرفتن مهاربندی در ضلع‌های کناری، موجب دوران ضلع‌های اطراف ساختمان و پیچش دو طرفه در ساختمان خواهد شد. نصب مهاربندی‌ها فقط در دیوارهای دو طرف نیز مشکل مشابه ایجاد می‌کند.



محاسبه سرانگشتی تعداد دهانه‌های مهاربندی برای مهاربند ضربدری

مساحت زیر بنای ساخت ساختمان	تعداد دهانه بادی در محور طولی	تعداد دهانه بادی در محور عرضی	تعداد کل دهانه‌های بادی در دو محور
۱۰۰ مترمربع	۲ دهانه	۲ دهانه	۴ دهانه
۱۵۰	۲	۲	۴
۲۰۰	۲	۲	۴
۲۵۰	۲	۲	۴
۳۰۰	۴	۴	۸
۳۵۰	۴	۴	۸
۴۰۰	۴	۴	۸
۴۵۰	۴	۴	۸
۵۰۰	۶	۶	۱۲
۵۵۰	۶	۶	۱۲
۶۰۰	۶	۶	۱۲
۶۵۰	۶	۶	۱۲
۷۰۰	۸	۸	۱۶
۷۵۰	۸	۸	۱۶
۸۰۰	۸	۸	۱۶
۸۵۰	۸	۸	۱۶
۹۰۰	۱۰	۱۰	۲۰
۹۵۰	۱۰	۱۰	۲۰
۱۰۰۰	۱۰	۱۰	۲۰
۱۱۰۰	۱۲	۱۲	۲۴



یک ساختمان ۸۰۰ متری با ۸ دهانه بادی در هر دو جهت

محاسبه سرانگشتی تعداد دهانه‌های مهاربندی برای مهارندهای باز EBF

مساحت زیر بنای ساخت ساختمان	تعداد دهانه بادبند در محور طولی	تعداد دهانه بادبند در محور عرضی	تعداد کل دهانه های بادبند در دو محور
۱۰۰ مترمربع	۲ دهانه	۲ دهانه	۴ دهانه
۱۵۰	۲	۲	۴
۲۰۰	۴	۴	۸
۲۵۰	۴	۴	۸
۳۰۰	۴	۴	۸
۳۵۰	۶	۶	۱۲
۴۰۰	۶	۶	۱۲
۴۵۰	۸	۸	۱۶
۵۰۰	۸	۸	۱۶
۵۵۰	۱۰	۱۰	۲۰
۶۰۰	۱۰	۱۰	۲۰
۶۵۰	۱۰	۱۰	۲۰
۷۰۰	۱۲	۱۲	۲۴
۷۵۰	۱۲	۱۲	۲۴
۸۰۰	۱۲	۱۲	۲۴
۸۵۰	۱۴	۱۴	۲۸
۹۰۰	۱۴	۱۴	۲۸
۹۵۰	۱۴	۱۴	۲۸
۱۰۰۰	۱۶	۱۶	۳۲
۱۱۰۰	۱۶	۱۶	۳۲

نکات سرانگشتی مهم در ارتباط با مهارندهای باز EBF

- ۱- ترکیب در پلان: اگر در یک دهانه از این نوع مهاربند استفاده نمودید حتماً در دهانه روبروی آن نیز باید از همین سیستم استفاده کنید و نباید در دهانه روبه‌رو از سیستم مهاربند هم محور استفاده گردد.
- ۲- ترکیب در ارتفاع: اگر در یک طبقه، فرضاً طبقه اول بنا به ملاحظات معماری از بادبند خارج از محور استفاده نمودید حتماً در طبقات بالاتر نیز باید از همین سیستم مهاربندی استفاده گردد.
- ۳- برای بادبندهای برون محور بالاتر از ۵ طبقه می‌توان طبقه آخر را به صورت هم محور و بدون تیرچه ارتباطی طراحی نمود.
- ۴- تیر پیوند باید تمامی شرایط مقطع فشرده را دارا باشد. به این ترتیب در صورت عدم استفاده از مقاطع نورد شده و استفاده از مقاطع ساخته‌شده (تیرورق) باید محدودیت‌های مقطع فشرده در آن رعایت گردد و مخصوصاً اتصال بال و جان تیر ورق (حداقل در قسمت تیر پیوند) باید با جوش پیوسته (ونه جوش منقطع) انجام گیرد.

- ۵- مطابق آیین نامه جان قسمت تیر پیوند باید از یک ورق تک بدون هر گونه ورق مضاعف کننده تشکیل یابد و هیچ گونه بازشویی نباید در جان قطعه رابط تعبیه شود.
- نکته:** استفاده از مقاطع دویل (به علت وجود بیش از یک جان) و مقاطع زنبوری (به علت وجود سوراخ در جان) برای تیر پیوند از نظر آیین نامه کاملاً مردود است.
- ۶- مطابق آیین نامه در انتهای تیر پیوند که عضو قطری به آن متصل است، باید سخت کننده جان در تمام ارتفاع در دوطرف قرار داده شود.
- ۷- طراحی بادبند: مشابه سیستم هم محور است با این تفاوت که طبق آیین نامه (هر بادبند باید دارای مقاوت فشاری ۱/۵ برابر نیروی محوری نظیر مقاوم خمشی تیر پیوند باشد) و رعایت این بند باعث بالا رفتن سطح مقطع بادبند تا حدود ۵۰ درصد نسبت به طراحی حالت معمولی در این سیستم می گردد.
- ۸- چون در این نوع بادبند زاویه مهاربندها با افق بیشتر از سیستم هم محور می باشد، بنابراین نسبت به سیستم هم محور نیروی محوری بیشتری در بادبند ایجاد می شود.
- ۹- بهتر است که در دهانه‌ایی که در آن بادبند واگرا قرار گرفته است، تیر اصلی (پل) قرار نگیرد و این دهانه به صورت تیر فرعی عمل کند (البته در صورت امکان)
- نکته مهم:** استفاده صحیح از این نوع سیستم باعث شکل پذیری بیشتر سازه و کاهش برش پایه زلزله می گردد.
- ۱۰- طراحی تیر در دهانه بادبندی: در سیستم مهاربندی هم محور طراحی تیرها در دهانه بادبندی مانند دیگر تیرهای معمولی و تحت بار ثقلی انجام می پذیرد و در ترکیب بار زلزله نیروی قابل توجهی در این تیرها ایجاد نمی شود، اما در سیستم برون محور علاوه بر برش و لنگرهای بارهای ثقلی، در ترکیب بار زلزله و در اثر نیروهای محوری ایجاد شده در بادبندها، یک سری لنگر و برش اضافه‌ایی در این تیرها ایجاد می شود و باعث بحرانی شدن ترکیب بار زلزله برای طراحی این تیرها می شود.
- نکته:** محل بحرانی در این تیرها محل اتصال بادبند به تیر می باشد و در این محل احتیاج به ورق تقویتی بال بالا و پایین می باشد.

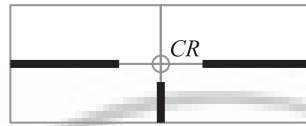
جدول محاسبه سریع اندازه تیر پیوند در بادبندهای باز EBF

طول دهانه بادبند	طول تیر پیوند	طول دهانه بادبند	طول تیر پیوند
۳ متر	۶۰ سانتیمتر	۵ متر	۱ متر
۳/۵۰	۷۰ سانت	۵/۵۰	۱/۱۰ متر
۴	۸۰ سانت	۶	۱/۲۰ متر
۴/۵۰	۹۰ سانت	۶/۵۰	۱/۳۰ متر

انتخاب مکان مناسب جهت قرارگیری دیوارهای برشی

- این قسمت نیز تقریباً مشابه بادبند گذاری و انتخاب محل مناسب برای مهاربندها می باشد یعنی به طور خلاصه:
- ۱- قرارگیری دیوار برشی در دهانه‌های بلند نسبت به دهانه‌های کوتاه ارجح تر می باشد.
 - ۲- قرارگیری دیوار برشی در دهانه‌های متوالی بهتر می باشد.
 - ۳- طرز انتخاب محل‌های دیوار برشی بهتر است به گونه‌ای باشد که سازه منظم باشد و بین مرکز جرم و سختی فاصله نباشد.
 - ۴- بهتر است تعداد دهانه‌های دیوار برشی از طبقات بالا به پایین به تدریج اضافه گردد.
 - ۵- بهتر است دیوارهای برشی بین ستون‌ها قرار گیرند، هر چند منعی برای این موضوع وجود ندارد.

مثلاً در دوشکل زیر:



(الف)



(ب)

چیدمان دیوارهای برشی در شکل زیرین به سبب نزدیک بودن مرکز سختی و مرکز جرم و مقاوت پیشگی بالا مناسب‌تر از چیدمان دیوارهای برشی در شکل بالا است.

نحوه محاسبه طول مورد نیاز دیوار برشی در ساختمان

یکی از مسایل و الزاماتی که برخی از طراحان سازه‌های بتن آرمه نسبت به آن بی توجه هستند، محاسبه و تقریب اولیه طول مورد نیاز برای دیوار برشی در ساختمان است.

به عبارتی طراح سازه باید بتواند قبل از تحلیل سازه مقدار طول مورد نیاز دیوار برشی در هر جهت از محورهای اصلی ساختمان (x یا y) را محاسبه نماید و در هر جهت این مقدار طول دیوار را در جای مناسب جانمایی کند.

معمولاً برخی از طراحان، مخصوصاً مهندسان جوان فقط به ضوابط و محدودیت‌های جانمایی دیوار برشی در پلان معماری توجه دارند و کمتر طراحی است که برای برآورد طول مورد نیاز برای دیوار برشی، محاسباتی را انجام دهد و اکثراً در جهت مورد نیاز بین دهانه از قاب (که معمولاً بزرگترین دهانه است)، دیوار را جانمایی می‌کنند.

یکی از الزاماتی که در طراحی بهینه مورد توجه قرار می‌گیرد، تقریب و برآورد اولیه طول مورد نیاز برای دیوار برشی است.

تقریب و برآورد اولیه طول لازم برای دیوار در سیستم‌های دوگانه باعث می‌شود که قاب‌های ساختمان برای ۲۵٪ و دیوارها برای ۷۵٪ باربری جانبی طرح شوند.

به طوری که محاسبه کردن اولیه طول لازم برای دیوار برشی، طراح را به سوی یک طرح بهینه هدایت خواهد کرد. در ادامه جدول محاسبه سرانگشتی طول مورد نیاز دیوار برشی ارائه خواهد شد.

جدول سرانگشتی محاسبه طول مورد نیاز دیوار برشی

مترائز ساختمان	تعداد طبقات	شتاب زلزله	ضریب اهمیت	f_c	f_y	ضخامت دیوار برشی	حداقل طول دیوار برشی
۱۰۰ متر مربع	۱ طبقه	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۵۰cm
۱۵۰	۱	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۷۵cm
۲۰۰	۱	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱m
۲۵۰	۱	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱٫۲۵m
۳۰۰	۱	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱٫۵۰m
۳۵۰	۱	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱٫۷۵m

مترائز ساختمان	تعداد طبقات	شتاب زلزله	ضریب اهمیت	f_c	f_y	ضخامت دیوار برشی	حداقل طول دیوار برشی
۴۰۰	۱	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۲m
۱۰۰	۲	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱m
۱۵۰	۲	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱٫۵m
۲۰۰	۲	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۲m
۲۵۰	۲	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۲٫۵m
۳۰۰	۲	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۳m
۳۵۰	۲	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۳٫۵m
۴۰۰	۲	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۴m
۱۰۰	۳	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱٫۵m
۱۵۰	۳	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۲٫۲۵m
۲۰۰	۳	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۳m
۲۵۰	۳	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۳٫۷۵m
۳۰۰	۳	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۴٫۵m
۳۵۰	۳	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۵٫۲۵m
۴۰۰	۳	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۶m
۱۰۰	۴	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۲m
۱۵۰	۴	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۳m
۲۰۰	۴	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۴m
۲۵۰	۴	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۵m
۳۰۰	۴	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۶m
۳۵۰	۴	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۷m
۴۰۰	۴	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۸m
۱۰۰	۵	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۲٫۵m
۱۵۰	۵	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۳٫۷۵m
۲۰۰	۵	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۵m
۲۵۰	۵	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۶٫۲۵m
۳۰۰	۵	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۷٫۵m
۳۵۰	۵	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۸٫۷۵m
۴۰۰	۵	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۰m
۲۰۰	۶	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۶m
۲۵۰	۶	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۷٫۵m
۳۰۰	۶	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۹m
۳۵۰	۶	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۰٫۵m
۴۰۰	۶	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۲m

متر از ساختمان	تعداد طبقات	شتاب زلزله	ضریب اهمیت	f_c	f_y	ضخامت دیوار برشی	حداقل طول دیوار برشی
۲۰۰	۷	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۷m
۲۵۰	۷	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۸٫۷۵m
۳۰۰	۷	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۰٫۵m
۳۵۰	۷	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۲٫۲۵m
۴۰۰	۷	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۴m
۲۰۰	۸	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۸m
۲۵۰	۸	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۰m
۳۰۰	۸	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۲m
۳۵۰	۸	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۴m
۴۰۰	۸	۰٫۳۵	۱	۲۵MPa	۴۰۰MPa	۳۰cm	۱۶m

در انتها باید گفت مقدار طولی که از جداول بالا به دست می‌آید حداقل طول مورد نیاز برای دیوارهای برشی است باید در نظر داشت که در یک ساختمان بتنی اگر ارتفاع دیوار برشی ۳ متر در نظر گرفته شود هر ۳ متر طول دیوار برشی عملاً معادل یک دهانه مهاربند فلزی در نظر گرفته می‌شود.

فرضا اگر در یک ساختمان ۳۰۰ متری مسکونی ۴ طبقه در منطقه لرزه‌خیزی بالا طبق جدول عدد ۶ متر به دست آید کافی است در هر طبقه مقدار ۱٫۵ الی ۲ متر دیوار برشی در دو جهت ساختمان جانمایی گردد.

نکته ۱: افزایش آرماتور افقی در دیوار برشی بر طول دیوار برشی تاثیر کملاً قابل توجهی دارد، به گونه‌ای که با ۵۰ درصد افزایش در آرماتور افقی نسبت به آرماتور حداقل آیین‌نامه‌ای، طول دیوار برشی لازم به چیزی در حدود ۷۰ درصد مقدار لازم در جداول داده شده می‌رسد.

نکته ۲: چنان چه به دلیل طرح معماری خاص ساختمان نتوانستید این مقدار از دیوار برشی را در یک یا هر دو جهت تامین نمایید، نگران نباشید که ساختمان مورد طراحی شما قادر به تحمل برش حاصل از بار جانبی و زلزله نیست، بلکه سهم دیوار برشی ساختمان مورد طراحی شما از برش پایه کمتر شده و سهم قاب‌ها بیشتر می‌گردد و در نتیجه مقطع قاب‌ها بزرگتر به دست می‌آیند. یعنی سهم قاب‌های ساختمان مورد طراحی شما در باربری جانبی بیشتر از ۲۵ درصد و سهم دیوارها کمتر از ۷۵ درصد خواهد شد.

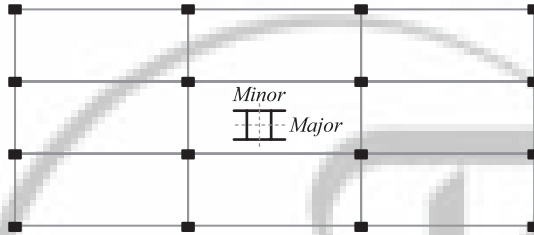
نکات سرانگشتی و سریع تیرریزی

بعد از آکس‌بندی و تعیین محل ستون‌ها و بادبندها یا دیوارهای برشی (در صورت وجود) به مرحله تیرریزی سازه می‌رسیم. البته قبل از انجام این کار بهتر است مطمئن شویم که هیچ کدام از ستون‌ها در مکان نامناسب از لحاظ معماری که باعث اخلاخ در نقشه معماری می‌گردد را کاملاً کنترل نماییم.

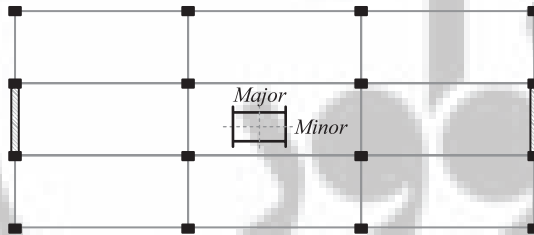
♦ در انجام مرحله تیرریزی به نکات زیر باید توجه نمود:

- ۱- به هر ستون حداقل دو تیر در دو راستای متعامد یا تقریباً متعامد متصل نمایید.
- ۲- دور داکت‌های مربوط به نورگیر و آسانسور حتماً باید تیرریزی انجام شود. اگر اتصال تیر به ستون در این قسمت‌ها امکان‌پذیر نبود، باید این تیرها را به پل‌ها اتصال داد. به هر حال در تمامی لبه‌های داکت‌ها باید تیر وجود داشته باشد. البته برای داکت‌های کوچک تاسیساتی (با ابعادی کمتر از ۵۰ سانتی متر) نیازی به تیرریزی نیست.
- ۳- در قسمت‌های طره بهتر است در صورت امکان و عدم مشکل در معماری از دستک استفاده نماییم

- ۴- استفاده از تیرها به صورت خورجینی چند سالی است که رایج نمی‌باشد.
- ۵- به تیر ریزی راه پله باید دقت کافی داشته باشید. قبل از تیرریزی این قسمت باید به نقشه‌های معماری دقت کافی نمود و جهت حرکت در پله و موقعیت پاگرد را مشخص نمود.



در سازه‌های دو طرف خمشی، محور قوی ستون‌ها مانند شکل در امتداد بعد بزرگتر قرار گیرد.



در سازه‌های یک امتداد مهاربندی و یک امتداد خمشی مانند شکل بالا، محور قوی ستون‌ها عمود بر قاب خمشی قرار گیرد.

تعیین جهت تیرریزی در سازه

در مورد سقف‌هایی که در آنها جهت تیرریزی مهم می‌باشد مانند سقف‌های کرومیت، تیرچه بلوک و کامپوزیت، تعیین جهت تیرریزی المان مهمی تلقی می‌گردد. عوامل مختلفی در این امر تاثیر گذارند.

♦ اما به عنوان تجربه می‌توان از عوامل زیر کمک گرفته شود:

۱- ترجیحاً از تیر ریزی شطرنجی استفاده کنید. یعنی هر پانل نسبت به پانل مجاور خود دارای جهت تیرریزی متفاوتی باشد

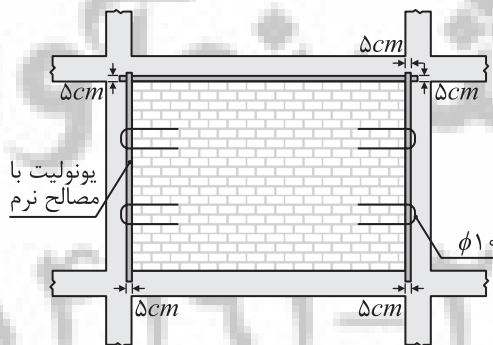
نکته: بهتر است که بارها بین تیرهای مختلف پخش شود و تمام بار بر روی تیرهای خاصی قرار نگیرد.

۲- در سازه‌های که یک جهت آن قاب خمشی و سمت دیگر آن قاب مفصلی است (در سازه‌های فولادی) بهتر است جهت کنترل ارتفاع تیرهای جهت خمشی و جلوگیری از افزایش سایز این تیرها که ممکن است در معماری ساختمان ایجاد مزاحمت کند، جهت تیرریزی به گونه‌ای انتخاب گردد که بارها به تیرهای جهت مفصلی منتقل شود، اما اگر از لحاظ ارتفاع سقف و تیرها مشکلی نداشته باشیم همچنان که در محاسبات سرانگشتی نسخه اول گفته شد بهتر آن است که جهت تیر ریزی به گونه‌ای باشد که بارها به تیرهای گیردار (سمت خمشی) منتقل شود.

۳- در صورت استفاده سقف تیرچه بلوک یا تیرچه کرومیت در دهانه‌های بلندتر از ۷ متر ترجیحاً و بلندتر از ۸ متر اجباراً از اجرای تیرچه در جهت بلند خودداری گردد.

فصل دوم: نکات سرانگشتی مهم در طراحی سازه‌ها

- ۱- فاصله محور به محور میلگردهای شالوده حداقل 100 میلی متر و حداکثر 350 میلی متر رعایت شود. همچنین در شالوده‌های نواری حداقل درصد آرماتور کششی $25/0$ درصد (برای آرماتور محاسباتی) یا $15/0$ درصد (برای حالتی که آرماتور موجود بیش از $3/4$ آرماتور محاسباتی باشد) رعایت گردد.
 - ۲- جهت اجرای قاب فلزی آسانسور در سازه‌های بتنی، ورق‌های مدفون در بتن در چهار گوشه کف چاله آسانسور و پیرامون بازشوی آسانسور پیش‌بینی گردد.
 - ۳- هماهنگی نقشه‌های سازه با معماری با دقت کنترل گردد این هماهنگی شامل: الف- ترازهای طبقات، ب- محل بازشوها و نورگیرها، ج- عرض درز انقطاع، شکل، ابعاد و تراز خرپشته و اتاق کنترل آسانسور، د- محل و نحوه ارتباط پله‌ها و رامپ پارکینگ‌ها در نقشه‌های سازه و فایل‌های مدل کامپیوتری سازه و معماری باید هماهنگ باشد
 - ۴- در صورتی که ارتفاع خاک پشت دیوار زیرزمین بیش از 3 متر باشد، باید از دیوار حائل بتنی برای تحمل فشار خاک استفاده شود. برای ارتفاع کمتر از 3 متر، می‌توان از دیوار آجری 35 سانتی‌متری استفاده نمود.
- نکته:** در صورتی که ساختمان دارای بیش از یک طبقه زیرزمین باشد دیوار آجری 35 سانتی‌متری فقط در زیر زمین نخست مجاز است و در طبقات زیرین آن باید از دیوار بتنی مناسب استفاده شود.
- ۵- در سازه‌های با سیستم باربر جانبی قاب خمشی برای آن که جداگرهای میان قاب مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نکنند، باید به صورت شکل زیر اجرا گردد:



- ۶- برای دقت بیشتر و انجام پیش‌بینی‌های لازم در تیر ریزی سقف‌ها، پس از نهایی شدن بازشوها مربوط به برق و تاسیسات، این بازشوها بر روی نقشه سازه نشان داده شود.
- ۷- برای اتاق کنترل آسانسور در تراز بالای بام، فضای کافی در نقشه‌های سازه (که باید در نقشه معماری نیز پیش‌بینی شده باشد) در نظر گرفته شده و جزئیات اجرای سقف و ستون‌های مربوطه ارائه گردد.
- ۸- از آن جا که دیوارهای بین واحدهای مستقل (مانند دیوار بین آپارتمان‌های مسکونی یا واحدهای تجاری، اداری مستقل و غیره) در هر ساختمان باید دارای مقاومت در برابر آتش باشند، در این محل‌ها باید بلوک‌های پلی